Aus der Frauenklinik des Kantonsspitals Aarau (Chefarzt: Dr. med. H. J. Wespi)
und dem Anatomischen Institut der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. et phil. G. Wolf-Heidegger)
Arbeit unter Leitung von Prof. Dr. med. K. S. Ludwig

Beitrag zur Morphologie der Utero-Placentargefäße

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der gesamten Heilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

Vorgelegt von
URS HALLER
von Zofingen

Druck: Universitätsdruckerei H. Stürtz AG, Würzburg 1968

1967

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. med. K. S. Ludwig
Tag der Promotion: 13. März 1967

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Erschienen im Archiv für Gynäkologie Vol. 205 pag. 185—200 (1968)

J. F. Bergmann · München
1968

Archiv für Gynäkologie 205, 185—202 (1968)

Beitrag zur Morphologie der Utero-Placentargefäße

U. Haller

Frauenklinik des Kantonsspitals Aarau (Chefarzt: Dr. med. H. J. Wespi)
und Anatomisches Institut der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. et phil. G. Wolf-Heidegger*)

Eingegangen am 26. Juli 1967

Einleitung

Die frischgeborene Placenta bietet die Möglichkeit, mütterliche Gefäße zu untersuchen, ohne daß an der Mutter selbst ein Eingriff notwendig wird. Diese Tatsache nutzten wir aus, um die Morphologie der uteroplacentaren Gefäße zu studieren.

Die kolposkopische Untersuchungsmethodik, die als Diagnoseverfahren in der Gynäkologie (Hinselmann) breite Verwendung findet, lieferte uns dabei die Möglichkeit, eine bereits vorhandene Apparatur für die Untersuchung der Placentaroberfläche heranzuziehen: es handelt sich dabei um eine binoculare Lupe mit zwölffacher Vergrößerung und eingebauter Beleuchtung. Der Kolpophotograph bietet die Möglichkeit der gleichzeitigen entsprechenden Photographie bei 0,5—3,0facher Vergrößerung (Wespi und Lotmar, 1954; Wespi, 1961). Schließlich unterzogen wir unsere Präparate einer eingehenden histologischen Kontrolle.

Ursprünglich hatten wir uns darauf beschränkt, die Placentaoberfläche im Hinblick auf Gefäßveränderungen bei Nephropathie zu untersuchen. Dabei ging es vorerst, wie die vorgelegte Arbeit zeigt, um die Ermittlung der normalen Verhältnisse. Es stellten sich die Fragen, ob sich diese Gefäße lupenoptisch nachweisen lassen, wie sie sich auf die Gesamtoberfläche der Placenta verteilen und ob man ohne weitere Hilfsmittel die Arterien von den Venen unterscheiden kann.

Geschichtliches

Seit den ersten eingehenden Arbeiten über die uteroplacentaren Gefäße vor 240 Jahren, blieb dieses Thema bis in die jünste Zeit Gegenstand heftigster Diskussionen und Auseinandersetzungen. Vater (1725), Noortwyk (1743) und die Gebrüder W. und J. Hunter (1777, 1787) beschrieben bereits den korkzieherartigen Verlauf der uteroplacentaren Arterien (curling arteries), die in weite, „sinuöse" Räume einmünden,

* Arbeit unter der Leitung von Prof. Dr. med. K. S. Ludwig.

von denen Venen ihren Abgang nehmen. Nähere histologische Untersuchungen wurden im letzten Jahrhundert zuerst von Virchow (1856), Langhans (1870), Winkler (1872) und andern durchgeführt. Mit der Arbeit Koellikers (1879), der ein subchoriales „Lacunenetz", ein „Randvenensystem" erwähnte und der behauptete, daß die Arterien in den Septa placentae aufsteigen, was Waldeyer (1887) widerlegen konnte, traten neue Probleme auf, die bis heute Kernpunkt der Diskussion blieben: was enthält der intervillöse Raum, wo befinden sich die zuführenden, wo die wegführenden Gefäße und wie sind sie angeordnet? Daß der intervillöse Raum maternes Blut enthält, war zu dieser Zeit noch nicht selbstverständlich: Ruge war 1886 noch geneigt, eine Zirkulation mütterlichen Blutes zwischen den fetalen Zotten von der Hand zu weisen und dafür anzunehmen, daß der fetale Stoffwechsel durch einen choriodecidualen Kreislauf, d.h. durch kindliche Gefäße besorgt werde, die in den äußersten Schichten der Decidua serotina ein reich verzweigtes Netz bilden. Heinz (1888) bewies in der Folge, daß die Rugesche Auffassung falsch war. Der Leitgedanke konnte also genauer umrissen werden: wie kann das arterielle materne Blut vom Augenblick des Einströmens in den intervillösen Raum bis zu seinem Austritt als venöses Blut eine möglichst große Zottenoberfläche umspülen? Nitabuch (1887) fand die uteroplacentaren Arterien vorwiegend in der Mitte der Placenta und in viel kleinerer Zahl als die Venen, Waldeyer (1887) dagegen in ziemlich regelmäßigen Abständen. Nitabuch gibt den Durchmesser der Arterien in prall gefülltem Zustand mit $^1/_2$—1 mm an. Eckardt (1890) und Gottschalk (1890) waren sich einig über den Verlauf der Venen und Arterien: beide stellen fest, daß die Venen, ohne Windungen der decidualen Fläche des Uterus parallel verlaufend, allmählich zu den Zwischenzottenräumen ziehen, daß die Venen sich also durch ihren gestreckten Lauf von den arteriellen Bahnen unterscheiden. In den Jahren 1890 und 1893 erschienen von Bumm zwei ausführliche und grundlegende Arbeiten, die den Grundstein legten für die Auseinandersetzungen der folgenden Jahre. Bumm fand, daß die uteroplacentaren Gefäße von bloßem Auge sichtbar sind. Nach seiner Theorie steigt das mütterliche Blut durch die korkzieherartigen Arterien in den Septen hoch, ergießt sich in den intervillösen Raum, umspült die Zotten und fließt durch die weitlumigen Venen an der Basis der Kotyledonen zwischen den Septen wieder ab. Mit der These „so viele Kotyledonen, so viele Strömungsgebiete" bekundete Bumm eine Auffassung, die heute noch Gültigkeit hat. Seine Beschreibungen und Skizzen von den Gefäßen sind treffend und sehr exakt, aber seine histologischen Interpretationen sind unzureichend und somit ist auch sein Schema über den Kreislauf in der Placenta falsch, was in der Folge zahlreiche Autoren darlegen konnten. 1923 widerlegte Wieloch das Bummsche Schema,

indem er feststellte, daß die engkalibrigen Gefäßquerschnitte keine ausgesprochen systematische Anordnung zu den Septen und deren Ursprungsstellen aufweisen. Seine Befunde über die Septen standen sowohl Im Gegensatz zur Anschauung derjenigen Autoren, die ihnen jeden Wert am Aufbau der Placenta abstritten und sogar ihr Vorhandensein leugneten (KERMAUNER, 1912), als auch zu der Meinung von BUMM und vielen anderen, nach denen die Septen bei den Um- und Abbauprozessen der Decidua übrig geblieben sind, weil in ihnen die stärkerwandigen korkzieherartig gewundenen Arterien der Arrosionskraft des Trophoblasten mehr Widerstand entgegensetzen. ANTOINE (1928) stellte fest, daß die Septen niemals Blutgefäße führen und daß sie auf die Zirkulation im IVR keinen Einfluß hätten. Daß 1928 über die Zirkulation im IVR noch keine Klarheit herrschte, zeigt die Feststellung STOECKELS (1928): „Die Fragen, die zu beantworten sind, lauten für mich so: 1. Sind unsere jetzigen Anschauungen über die anatomische Struktur des intervillösen Raumes richtig? 2. Wie regelt sich in diesem Raum die Zirkulation des mütterlichen Blutes?" GROSSER (1929) betonte die Bedeutung des Nachweises der gegenseitigen Unabhängigkeit der Septen und der uteroplacentaren Arterien.

Vom Jahre 1934 an waren es STIEVE (1935, 1936, 1940, 1941 a, 1941 b, 1952) und SPANNER (1935, 1936, 1940), die für lange Zeit im Mittelpunkt der Diskussion standen. Sie vertraten grundlegend verschiedene Ansichten, und in ihren scharf gegeneinander gerichteten Vorträgen und Arbeiten, die der Polemik nicht entbehrten, fand die Auseinandersetzung um die uteroplacentaren Gefäße und um das Kreislaufschema der Placenta ihren Höhepunkt. SPANNER griff die Theorie von KOELLIKER wieder auf, ohne seine Arbeiten zu erwähnen. Er prägte die Begriffe „Randzone" und „Randsinus" als zwei genetisch verschiedene Bezirke und übernahm auch den Ausdruck „subchorialer Raum" von KOELLIKER. Für ihn bestand der Abfluß des venösen Blutes ausschließlich vom subchorialen Blutraum aus über die Randzone und den Randsinus. Die Placentarlappen als zirkulatorische Einheiten verwarf er, unterstrich aber die hämodynamisch wichtige Stellung der Placentarsepten. Zuführende Arterien fand er zentral in denjenigen Abschnitt des Placentarlappens einmünden, welcher an die Decidua basalis angrenzt. Bei der quantitativen Auszählung seiner Präparate kam SPANNER bei einer Placenta auf 94 arterielle Knäuelgruppen mit 488 Mündungsstücken in den IVR, während BUMM (1893), der die Angaben von KLEIN bestätigte, für eine Durchschnittsplacenta auf 53 Arterien kam. SPANNER (1936) hielt fest, daß außer den Mündungen in den IVR aus den Knäueln der uteroplacentaren Arterien feine, schon von KLEIN und BUMM (1890) gefundene Arteriolen für die Versorgung der Basalplatte hervorgehen (Abb. 4). SPANNER fand in STIEVE einen entschiedenen Gegner, indem

dieser die Begriffe „Randsinus" und „Randzone" als einzige Drainage des IVR ablehnte und feststellte, daß im Bereich aller Teile der menschlichen Placenta venöse Abflüsse aus dem IVR bestehen.

Die Ergebnisse von Stieve und Spanner gaben den Anlaß zu zahlreichen Arbeiten über die Existenz und Bedeutung der venösen Abflußbahnen und der arteriellen Zuflüsse, über ihre Lokalisation und ihre Beschaffenheit (Falkiner, 1939; Lauterborn, 1950; Hamilton u. Boyd, 1951; Earn u. Nicholson, 1952; Boe, 1953; Franken, 1954; Kayser, 1954; Wilkin, 1958; Nold, 1960; Corner, 1963). Nach Bumm (1893) und Spanner (1936) zählte auch Lauterborn (1950) die uteroplacentaren Gefäße aus und kam auf 263 Arterien und 79 Venen für eine Durchschnittsplacenta, Boyd zählte 180—320 Arterien. Die Bearbeitungsmethoden waren seit 100 Jahren die gleichen: Injektionspräparate der Gefäße, Korrosionspräparate der geborenen Placenten oder in situ. Histologische Untersuchungen und Kontrollen wurden nicht in allen Fällen vorgenommen.

Entscheidend neue Befunde zu all diesen Fragen konnten die hervorragenden und ausgedehnten Untersuchungen von Ramsey (1949, 1953, 1954, 1955, 1956, 1962) bringen. Sie zeigte nach langen Vorstudien an Macaca-Affen durch postoperative und postmortale Injektionsversuche und durch Rekonstruktionen beim Menschen, daß nicht nur am Rand der Placenta Venen vorkommen, sondern auch in der Mitte, und daß diese Venen auch Anschluß an das Venensystem der muskulösen Uteruswand haben. Sie konnte damit auch nachweisen, daß zwar bei den Primaten als auch beim Menschen ein Randsinus besteht, daß dieser aber nicht den einzigen venösen Abflußweg aus dem IVR darstellt. Sie fand sowohl Arterien wie Venen in unregelmäßiger Verteilung über die ganze Placenta. Ganz genaue Angaben macht sie über Gestalt, Anordnung und Verlauf der uteroplacentaren Venen und Arterien bei Macaca mulatta während der einzelnen Entwicklungsstadien der Placenta

Borell u. Mitarb. (1958) lieferten mit ihren Röntgenserienaufnahmen an der Lebenden letzte wertvolle Untersuchungen und eine Bestätigung der Arbeiten von Ramsey, indem sie beim Menschen den Kreislauf innerhalb der Cotyledonen nachwiesen und die Bedeutung des Randsinus in den Hintergrund stellten (Ortmann, 1959).

Während wir unsere ersten Resultate auswerteten, erschienen die Arbeiten von Marais (1962), der unter kolposkopischer Sicht, mit Hilfe des Injektionsverfahrens, die uteroplacentaren Gefäße untersuchte.

Material und Technik

Für unsere Untersuchungen verwendeten wir 100 am Termin geborene Placenten, von denen wir auf Grund der Anamnese der Patientinnen annehmen konnten, daß sie keine nennenswerten pathologischen Veränderungen zeigten. Die

Placenten wurden unmittelbar nach der Geburt unter feinem Wasserstrahl gewaschen und makroskopisch gemustert. Anschließend erfolgte die systematische Untersuchung der maternen Oberfläche unter dem Kolposkop bei zehnfacher Vergrößerung. Jede Placenta wurde also in lebensfrischem und unbehandelten Zustand untersucht. Es stellte sich heraus, daß die Anwendung von Fixationsflüssigkeit (Formalin, Davidson etc.) vor oder unter der lupenoptischen Präparation der Placentaroberfläche und der Gefäße unbrauchbar ist: das Relief verschwindet, die Farben verblassen, das ganze Beobachtungsfeld wird unübersichtlich und zeigt nur noch wirr durcheinanderlaufende Strukturen von grauer, weißer oder gelblicher

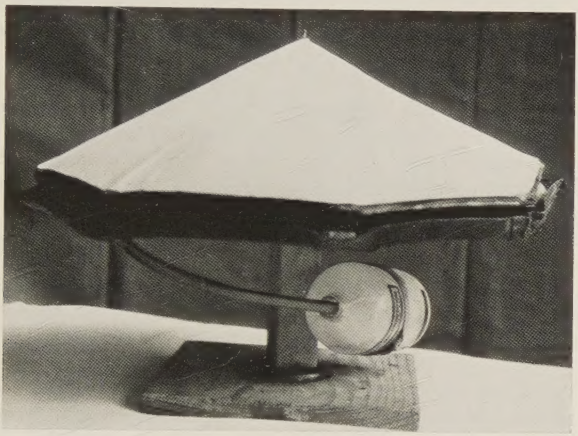

Abb. 1. Apparatur zur systematischen Untersuchung der maternen Placentaroberfläche, bestehend aus Bodenplatte, Achse, Schirm, aus dem ein Metallstift ragt und Ablaufsystem

Farbe. Diese Vorfixierung wäre für unsere Untersuchungen schon deshalb ungeeignet gewesen, da durch das Fällen der Eiweisse die Deciduaschicht undurchsichtig wird und so der Verlauf der Gefäße in die Tiefe nicht mehr verfolgt werden kann.

Zur systematischen Untersuchung der maternen Oberfläche benutzten wir eine Apparatur, die nach der Idee von Herrn Dr. Wespi ausgeführt wurde und die sich für unsere Zwecke ausgezeichnet bewährt hatte (Abb. 1). Sie setzt sich zusammen aus einer Bodenplatte, einer senkrecht dazu stehenden Achse, die auf Kugellager läuft, und einem Schirm aus wasserbeständigem, säurefestem Überzug. Aus der Kuppe des Schirmes ragt ein $1^1/_2$ cm langer Metallstift heraus. Die Zircumferenz des Schirmes wird umschlossen von einem 1 cm breiten und 1 cm tiefen Kanal, von dem aus an einer Stelle ein Gummischlauch abgeht und zu einer Plastikflasche an der Achse führt. Die unter dem Wasserstrahl gewaschenen Placenten wurden sorgfältig mit der maternen Seite nach oben auf dem Schirm ausgebreitet. Der Metallstift in der Kuppe verhindert das Abrutschen des Mutterkuchens. Die Ausbreitung des Präparates auf einem Schirm erlaubt eine systematische und exakte Beobachtung der maternen Oberfläche, sowohl von bloßem Auge als auch lupenoptisch mit dem Kolposkop, indem die Placenta leicht gespannt wird, die zahlreichen Falten etwas verstreichen und die Cotyledonen deutlicher hervortreten. Diese leicht auseinandergebreitete mütterliche Placentaroberfläche dürfte den Verhältnissen in situ eher entsprechen. Wasser und Blutflüssigkeit, die vor oder während der Präparation aus der Placenta heraussickern, sammeln sich im

Kanalsystem und gelangen über den Gummischlauch in die Plastikflasche, die von Zeit zu Zeit geleert wird.

Das Instrumentarium für die Untersuchung und Präparation setzte sich aus kleinen Scheren, Pinzetten, einer feinen Knopfsonde, einem Stanzrohr zur Entnahme der Gewebezylinder und einem Skalpell zur Entnahme größerer Gewebestücke zusammen.

Jede Placenta suchten wir unter kolposkopischer Sicht systematisch nach Gefäßen ab. Wo wir solche zu entdecken glaubten, präparierten wir sorgfältig die anhaftenden Blutcoagula ab und markierten jeden der freigelegten Bezirke mit 3—4 weißen Halbkartonpfeilen. Jede markierte Stelle wurde mit dem Kolpophotographen der Firma Kern, Aarau, photographiert (Wespi und Lotmar, 1954; Wespi, 1961), und die ganze Placenta anschließend für 12—24 Std in den Eisschrank bei einer Temperatur von −20° C gelegt. Von 50 der 100 untersuchten Placenten erhielten wir 200 Photographien von freigelegten uteroplacentaren Gefäßen. Wo sich die von den Blutcoagula befreiten Gefäße nicht oder nur schwach von ihrer Umgebung abhoben, mußten wir aus phototechnischen Gründen oft langwierige Manipulationen vornehmen, bis wir ein zufriedenstellendes Bild erhalten konnten: besondere Schwierigkeiten ergaben sich beim Auftreten von Lichtreflexen, bedingt durch die Blitzlichtröhre des Kolpophotographen. Reflexe sind dann erwünscht, wenn sie mithelfen, das Präparat auf der Photographie plastisch erscheinen zu lassen, unerwünscht aber, wenn sie in zu großer Zahl oder zu intensiv auftreten. Sämtliche Diapositive machten wir mit dem Farbfilm Ektachrom. Nachträglich ließen wir von den 200 Farblichtbildern eine Auswahl Schwarz-Weiß-Abzüge herstellen. Nach der Verweildauer von 12—24 Std im Eiskasten, wurden die Placenten bei Zimmertemperatur 5 min lang oberflächlich leicht aufgetaut und dann die bezeichneten Gewebestücke mit einem scharf zugeschliffenen Metallrohr von 6 mm Innendurchmesser ausgestanzt. Größere Gewebeblöcke entnahmen wir mit dem Skalpell. Die Präparate wurden sorgfältig in vorgekühlte modifizierte Davidsonsche Flüssigkeit (Klinger und Ludwig, 1957) gelegt und so für 24 Std fixiert, um dann in 96% Alkohol überführt zu werden.

Auf Grund der Photographien und der makroskopischen Beurteilung der ausgestanzten oder geschnittenen Präparate wurden diejenigen Blöcke ausgelesen, die wir einer histologischen Untersuchung unterzogen. Vom Alkohol aus wurden die Gewebestücke über Methylbenzoat in Paraffin eingebettet. Die Schnitte wurden parallel zur Decidua in materno-fetaler Richtung angelegt. Die Schnittdicke betrug 7 mμ; von jedem Block wurden Serien bis zu 600 Schnitten angefertigt. Sämtliche Schnitte wurden mit Azan (Romeis, 1948, § 1489) gefärbt.

Eigene Befunde

A. Makroskopische Befunde

Die mütterlichen Oberflächenstrukturen der einzelnen Placenten zeigen große Schwankungen, was besonders für die zu- und wegführenden Gefäße gilt: wir fanden Placenten mit Gefäßstümpfen von einigen Millimetern bis zu 2 cm Länge, teils vereinzelt, teils in großer Zahl über die ganze Oberfläche verteilt. Andere Exemplare zeigten kaum ein Gefäß. Die Sichtbarkeit der Gefäße variiert sehr stark, je nach der Intensität, mit der bei der Geburt die Decidua basalis abgelöst wurde. Nicht selten ist diese in der Mitte der Placenta am vollständigsten entfernt, so daß sich in diesem Bereich Gefäßstümpfe nur schwerlich nachweisen lassen.

Wir stimmen mit Bumm (1893) überein, der schon vor 70 Jahren feststellte, daß die uteroplacentaren Gefäße für das bloße Auge sichtbar sind. Es stellt sich die Frage, ob auf Grund makroskopischer, resp. lupenoptischer Untersuchungen eine Differenzierung dieser Uteroplacentargefäße vorgenommen werden kann. Wir suchten nach Kriterien zur Unterscheidung der einmündenden Arterien von den ausmündenden Venen.

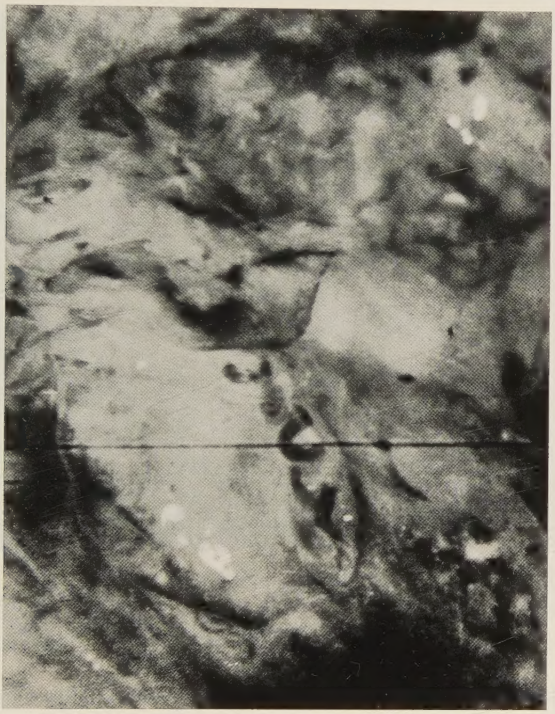

Abb. 2. Spiralarterie, die mit 3—4 Windungen in die Tiefe zieht. Das Gefäßkaliber beträgt 0,3 mm

Die Beobachtungen über das Verhalten der Gefäße auf der Oberfläche der Placenta, das Umbiegen und Hineinziehen in Richtung des IVR, oder das Heraustreten aus demselben, hängen, wie wir oben gezeigt haben, von der Beschaffenheit der Placentaroberfläche ab: findet sich eine dicke Schicht Deciduagewebe, das recht durchsichtig erscheint, so kann man den Verlauf der Gefäße gut beobachten. Dies trifft aber nur bei wenigen Placenten zu. Legt man den Mutterkuchen für 1 Std in lauwarmes Wasser, so quillt vor allem die Deciduaschicht auf und die Verhältnisse treten deutlicher zu Tage. Das Verhalten der Gefäße zeigt große Variationen, jedoch lassen sich zwei verschiedene Typen aus-

einanderhalten, die sich sowohl in Form und Größe, als auch in ihrem Verlauf unterscheiden.

1. Gefäße, die sich durch einen längeren Verlauf auf der Placentaroberfläche auszeichnen, bevor sie in die Tiefe ziehen. Ihre Öffnungen sind schwierig zu finden, die Abrißstellen zeigen keine typische Form und die Verfolgung der Gefäße durch die Deciduaschicht in die Tiefe der Placenta gestaltete sich sehr mühsam, denn die Gefäße sind meist wenig

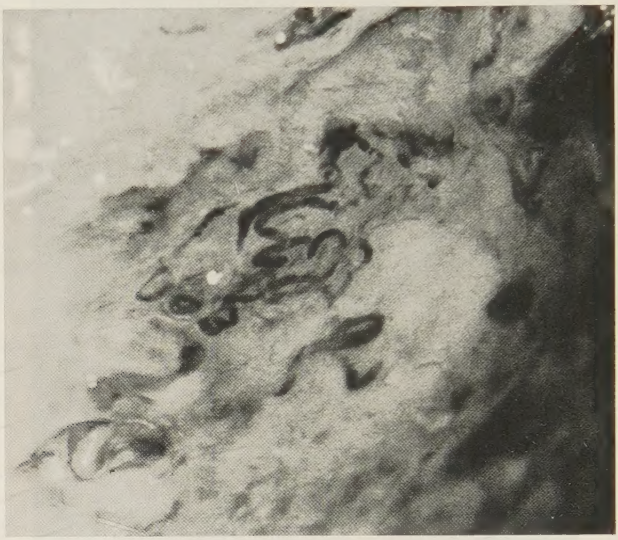

Abb. 3. Große und kleine Windungen einer Spiralarterie (ca. 15) vor dem Eindringen in die Tiefe der Placenta. Die Öffnung ist deutlich erkennbar als runder Schatten am untern linken Ende der Spiralen. Durchmesser der Arterie ca. 0,3 mm

oder gar nicht mit Blut angefüllt und geben sich deshalb unserem Auge nur schwerlich zu erkennen. Wir wandten folgende Hilfsmethode an: indem wir mit einer feinen Pinzette das umgebende Placentagewebe von außen her sorgfältig unter Druck setzten, füllte sich das Gefäß vom IVR her mit Blut, resp. in dem in der Tiefe noch mit Blut angefüllten Gefäß begann die Blutsäule zu strömen. Unter stärkerer, 20facher Vergrößerung gelang es so, die sich bewegende Erythrocytensäule aus der Tiefe heraus Windung für Windung zu verfolgen, bis sich das Blut durch die Abrißstelle des Gefäßes über die Oberfläche der Placenta ergoß und somit der Weg der Strömung in vivo bestimmt war, noch nicht aber die Richtung.

Der oberflächliche Verlauf der Gefäße ist charakterisiert durch Windungen, Schlaufen und Formen aller Art in sehr variabler Zahl: in einem Fall treffen wir 3—4 Windungen (Abb. 2), in einem andern Fall bis zu 15 kleine und große Windungen (Abb. 3). Oft ist es schwierig, in

diesem Gewirr von Schlaufen und Windungen ein mütterliches Ende festzustellen, denn hier kann man sich auf die Kalibermessungen nicht verlassen: die Schwankungen sind zu groß; manche Gefäßabschnitte führen praktisch kein Blut: ob es sich dabei um kontrahierte Strecken handelt, kann lupenoptisch nicht festgestellt werden. Die durchschnittlichen Kaliber der Gefäße betragen 0,3 mm. Wir finden entweder ganze Gefäßknäuel mit mehreren Windungen oder längere, korkzieherartig

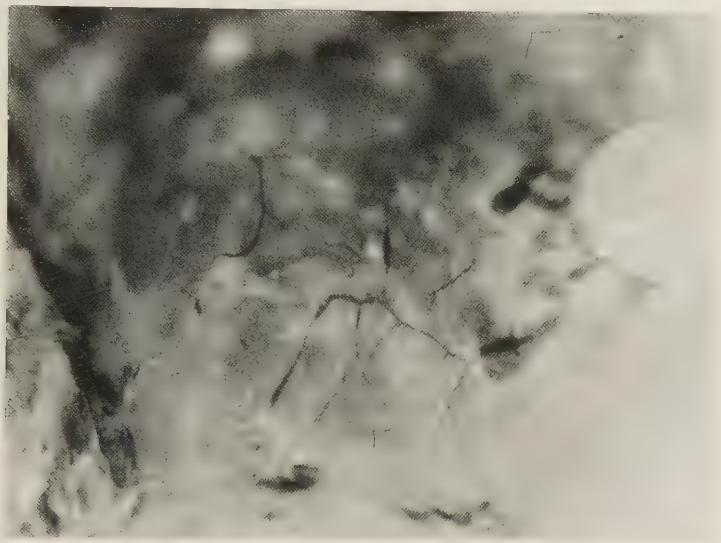

Abb. 4. Letzte Verästelungen der „vasa nutrientia" für die Decidua basalis. Der Abgang von der Spiralarterie ist im Bild nicht festgehalten. Die feinsten Gefäßstrecken weisen einen Durchmesser von 20—30 mμ auf. Die Verzweigungen sind fast durchwegs dichoton. Die Verästelungen laufen parallel zur Oberfläche der Placenta

ausgezogene Gefäße, die dann schließlich durch die Decidua hindurch in die Tiefe der Placenta gelangen. Die Windungen sind klein, die Kaliber ebenfalls. Beim Umbiegen und beim Durchtritt durch die Decidua ist die Anordnung spiralig oder korkzieherartig. Sämtliche Gefäße wurden nach Verzweigungen und Abgangstellen untersucht. Soweit wir ihren Verlauf parallel zur Oberfläche verfolgen konnten, sind uns nie Verzweigungen oder Abgangstellen feiner Ästchen aufgefallen. Die beschriebenen Gefäße werden auf der ganzen Placentaroberfläche angetroffen und zeigen keine Anhäufungen noch Prädilektionsstellen. Ihre Zahl betrug in unseren Untersuchungen 300—400.

Im Bereiche des Durchtritts durch die Decidua konnte man aber an verschiedenen Orten Abgangstellen von Zweiggefäßen vermuten: ihre Lokalisation war deshalb schwierig, weil meist die erste Strecke nach

der Verzweigung blutleer blieb; selten war sie gekennzeichnet durch eine, feine sackförmige Auftreibung. Über die Aufgabe dieser Ästchen schrieb schon Spanner, 1936: „außer den Mündungen in den IVR gehen aus den Knäueln der Uteroplacentararterien feine, schon von Klein gefundene Arteriolen für die Versorgung der Basalplatte hervor". Aber vor Spanner hat schon Bumm (1890) genaue Beschreibungen über diese „vasa nutrientia" gemacht. Abb. 4 zeigt letzte Verästelungen solcher

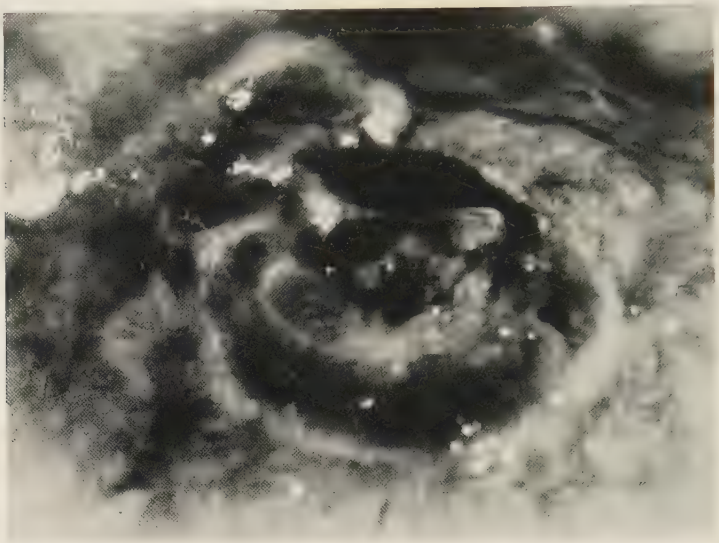

Abb. 5. Windung einer Vene mit typischer Abrißstelle: unmittelbar über dem Zentrum der Abbildung: schlitzförmig abgetrennt wie eine schräg geschliffene Injektionsnadel mit feinem, scharfem Rand durchsichtigen Gewebes. Kaliber der Öffnung: 1,5 mm Länge und 0,5—0,8 mm Breite. Durchmesser der Windung: 6,8 mm.

vasa nutrientia. Den Abgang von der Spiralarterie konnten wir nicht im Bild festhalten. Wenn wir aber in der Spiralarterie die Blutsäule strömen ließen, füllten sich prompt alle zugehörigen feinen Ästchen der von Bumm beschriebenen vasa nutrientia. Ihre Kaliber sind sehr unterschiedlich und wechseln von Strecke zu Strecke: sackförmige Auftreibungen von 100—200 μ Durchmesser lösen sich ab mit feinen Gefäßstrecken von 20—40 μ Durchmesser. Die Verzweigungen sind fast durchwegs dichoton, die Strömungsrichtung scheint nicht immer streng geregelt zu sein. Mit fortwährender Verzweigung verlieren sich die feinen Gefäßchen im milchglastrüben Verband der Deciduaschicht; immer aber verlaufen sie parallel zur Oberfläche, nie wurden Abbiegungen in die Tiefe beobachtet. Für tiefere Lagen scheinen Gefäßnetze verantwortlich zu sein, deren Abgänge von den Spiralgefäßen tiefer gelegen sind.

2. Andere Verhältnisse trafen wir bei einer zweiten Gruppe von Gefäßen, die sich meist durch einen ganz kurzen Verlauf auf der Placentaroberfläche auszeichnen, um dann in der Tiefe der Decidua zu verschwinden. Meist findet man sogar nur ein feines Häutchen von Placentargewebe, das sich über die Oberfläche erhebt und das die Abrißstelle des Gefäßes markiert (Abb. 5). Diese Abrißstellen zeigen ein typisches Verhalten: schlitzförmig abgetrennt wie eine schräg geschliffene

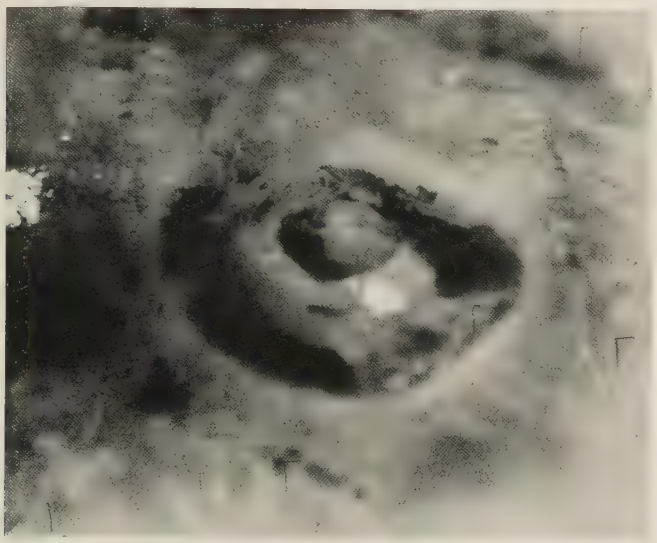

Abb. 6. Zeigt eine Vene, die im Gegenuhrzeigersinne von oben links her aus der Tiefe steigt und sich nach vollzogener Kreistour über die Placentaroberfläche ergießt. Die Erythrocytensäule erscheint schwarz, wo sie fehlt, ist die Venenwand kollabiert. Durchmesser der Windung: 5,5 mm

Injektionsnadel, mit feinem, scharfem Rand durchsichtigen Gewebes. Das Kaliber dieser schlitzförmigen Öffnungen schwankt in unseren Versuchen zwischen 1—3 mm Länge und 0,5—0,8 mm Breite, wobei diese Messungen nur beschränkten Wert aufweisen, da das Kaliber sehr stark vom Füllungszustand abhängig ist. Verfolgen wir unsere Gefäße mit Hilfe der strömenden Erythrocytensäule in die Tiefe der Placenta, indem wir das Gewebe unter Druck setzen, so erkennen wir, daß sie sich nach 3—4 Windungen elliptischer oder kreisrunder Form in der Tiefe der Decidua verlieren. Die Durchmesser dieser Windungen betragen in Abb. 5 6,8 mm, in Abb. 6 5,5 mm. Die Werte von Kalibermessungen der Gefäße sind mit größter Kritik zu interpretieren und haben nur einen Sinn, wenn sie unter annähernd gleichen Bedingungen erhalten wurden. Es zeigte sich, daß bei diesen feinen, sehr elastischen Gefäßen das

Kaliber sehr stark mit dem Füllungszustand schwankt. Bei extremer Füllung, z. B. mit einer Injektionsnadel, lassen sich die Gefäße bis auf das Doppelte ihres Durchmessers ausdehnen. Wir haben für unsere Messungen den IVR immer nur ganz schwach unter Druck gesetzt, damit gerade eine wahrnehmbare Strömung im Lumen einsetzte und somit auch die Abrißstelle dargestellt wurde. Der Durchmesser in Abb. 5 beträgt in der ersten Windung 1,3 mm.

Die eben beschriebenen Gefäße haben wir auf der ganzen Placentaoberfläche angetroffen, vom Randsinus bis ins Zentrum, wobei wir bei keiner Placenta Anhäufungen oder Prädilektionsstellen fanden. Ihre Anzahl betrug in unseren Untersuchungen 200–300. Immer wieder fielen die Gefäße auf durch einen kurzen Verlauf auf der Oberfläche, die schlitzförmige Abrißstelle und den kreisförmig oder elliptisch gewundenen Verlauf in die Tiefe der Placenta hinein. Die Gefäße ließen sich gut durch die Erythrocytenströmung darstellen, im Gegensatz zu den unter 1. beschriebenen Gefäßen. Abgänge von Zweiggefäßen wurden nicht beobachtet.

B. Mikroskopische Befunde

Wie wir eingangs erwähnten, wurden einzelne Blöcke ausgelesen und einer eingehenden histologischen Untersuchung unterzogen, wobei wir

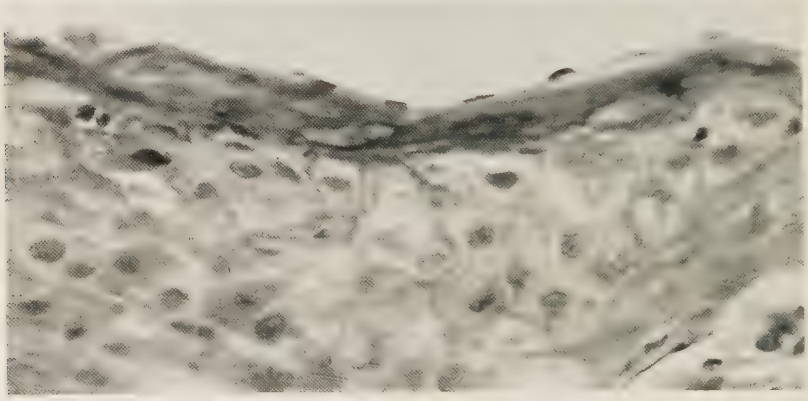

Abb. 7. Ausschnitt aus der Arterienwand der Abb. 2. Kein klassischer Aufbau der Wandschichten. Oben im Bild erkennt man deutlich eine Endothelschicht, die aber sehr bald an Deciduazellen im Verband anschließt. Azan (Romeis, 1948)

uns in erster Linie darauf beschränkten, die makroskopischen Befunde mit den histologischen Ergebnissen in Einklang zu bringen. Für unsere beiden Gruppen 1. und 2. ergaben sich folgende Resultate:

1. Arterien, die aber keinen klassischen Aufbau der Wandschichten erkennen lassen, da bei Placenten nach der ersten Hälfte der Gravität die Wand der Uteroplacentargefäße innerhalb des Stratum compactum

des Endometriums von Endothel und Deciduazellen gebildet werden. Eine Tunica media mit glatter Muskulatur, insbesondere bei den Arterien, findet sich nur im Bereich des Stratum spongiosum, jedoch nicht in der Basalplatte der Placenta, da sich bei der Bildung der Basalplatte neben den Bindegewebszellen des Endometriums auch die Muskelzellen der sekundären Gefäßwand in Deciduazellen umwandeln (Brettner, 1964). Abb. 7 zeigt einen Ausschnitt aus einer Arterienwand der Abb. 2.

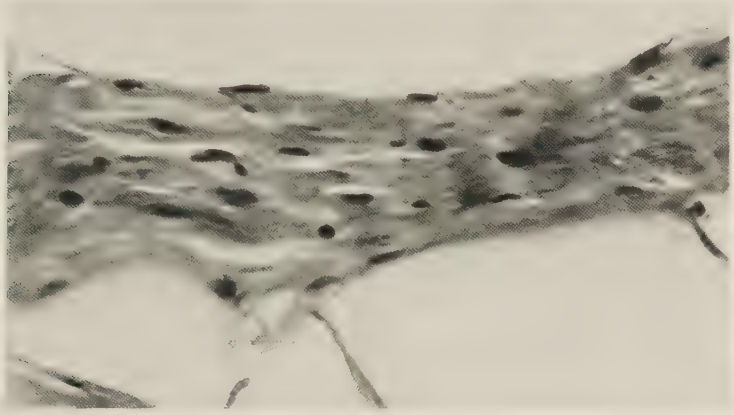

Abb. 8. Ausschnitt aus der Venenwand der Abb. 8. Der Schnitt liegt in einer Tiefe von 1 mm. Außer dem klar ausgebildeten Endothelhäutchen erkennt man Bindegewebe mit z. T. deciduaähnlichen Zellen. In der untern Hälfte: Lacunen, die durch Gefrieren entstanden sind. Azan (Romeis, 1948)

2. Venen. Das beschriebene feine Häutchen der Abrißstelle erwies sich als feine Endothelschicht. Gegen die Tiefe hin wird das Gefäßendothel allmählich umgeben von decidualem Gewebe. Viel mehr als eine feine, klare Endothelschicht bekommen aber diese Venen nicht. Abb. 8 zeigt einen Ausschnitt aus einer Venenwand aus Abb. 6. Der Schnitt liegt in einer Tiefe von 1 mm.

Diskussion

Die lupenoptischen Untersuchungen von Uteroplacentargefäßen erlaubten folgende Differenzierungen:

1. Korkzieher- oder Spiralarterien werden auf der ganzen Placentaroberfläche angetroffen, zeigen keine Anhäufungen noch Prädilektionsstellen und treten in einer Zahl von 300—400 auf. Koelliker (1879) gab zwar an, daß die Hauptmenge der gewundenen Arterien in den Septa placentae aufsteigt und auch Bumm (1890, 1893) glaubte, daß die Arterien innerhalb der Placentarsepten aufsteigen und nahe der Chorion-

platte ausmünden. 1923 widerlegte Wieloch das Bummsche Schema, indem er feststellte, daß die engkalibrigen Gefäßquerschnitte keine ausgesprochene systematische Anordnung zu den Septen und deren Ursprungsstellen aufweisen. Stiefe (1935, 1936, 1940, 1941a, 1941b, 1952) und Spanner (1935, 1936, 1940) stimmen in diesen Punkten überein; sie vertreten die Meinung von Wieloch (1923). Auch Ramsey (1949, 1953, 1954, 1955, 1956, 1962) beschrieb die unregelmäßige Verteilung der Arterien über die ganze Placenta.

Weiter ergaben unsere Untersuchungen folgende Befunde: Die Arterien haben einen runden Querschnitt, kleineres Kaliber als die Venen und sind auf der Oberfläche entweder in Knäuelgruppen oder in Spiralen angeordnet, bevor sie, immer in Spiralen, durch die Decidua hindurch in die Tiefe der Placenta ziehen. Die Durchmesser betragen um 0.3 mm. Die histologische Unterscheidung von Arterien und Venen ist sehr schwierig und kann nur bei Vorhandensein des umgebenden Gewebes und bei Musterung ganzer Serien vorgenommen werden.

Abgänge kleinerer Gefäße konnten wir nicht nachweisen, solange sich die Arterien auf der Oberfläche der Placenta aufhielten. In ihrem Verlauf durch die Decidua wurden aber Abgänge festgestellt: es handelte sich um die schon von Bumm (1890) beschriebenen „Vasa nutrientia", kleine Gefäßverzweigungen für die Versorgung der Basalplatte (Abb. 4).

2. Venen werden auf der ganzen Placentaroberfläche angetroffen, vom Randsinus her bis ins Zentrum; sie zeigen keine Anhäufungen noch Prädilektionsstellen und treten in einer Zahl von 200—300 auf. Diese Feststellungen stimmen bezüglich Morphologie und Verteilung überein mit den Angaben von Bumm (1890, 1893), nicht aber mit den Arbeiten von Spanner (1935, 1936, 1940), für den der Abfluß des venösen Blutes ausschließlich vom subchorialen Blutraum aus über die Randzone und den Randsinus bestand, Begriffe, die er von Koelliker (1879) übernommen hatte. Wir haben erwähnt, daß auch Ramsey (1949, 1953, 1954, 1955, 1956, 1962) bei Macaca und an Rekonstruktionen beim Menschen zeigen konnte, daß nicht nur am Rande der Placenta Venen vorkommen, sondern auch in der Mitte, und daß diese Venen auch Anschluß an das Venensystem der muskulösen Uteruswand haben. Wenn Stieve (1935) über den Randsinus schreibt: „ich glaube aber, daß Spanner seine Bedeutung überschätzt." und weiter bemerkt: „im Bereich der ganzen Placenta gehen Venen unmittelbar aus dem IVR hervor", so ersehen wir, daß bereits 1935 die Auffassung von Spanner kritisiert wurde.

Unsere Untersuchungen zeigten ferner, daß die Venen als längliche, plattgedrückte Spalten erscheinen, sich meist durch einen kurzen Verlauf auf der Oberfläche der Placenta, eine schlitzförmige, feine Abrißstelle und einen kreisförmig oder elliptisch gewundenen Verlauf durch die Decidua in die Tiefe auszeichnen. Die durchschnittlichen Venendurch-

messer betrugen in unseren Untersuchungen um 1,3 mm. Abgänge von Zweiggefäßen wurden keine beobachtet. Die Venenwand ist sehr dünn und gut durchsichtig. Histologische Kontrollen ergaben, daß sie ein gut ausgebildetes Endothel, aber sonst keine eigentlichen Wandschichten besitzen. Die Venen erwiesen sich äußerst dehnbar.

Zusammenfassung

An 100 frischgeborenen menschlichen Placenten wurden die Uteroplacentargefäße mit Hilfe eines Kolposkopes aufgesucht, photographiert und anschließend einer histologischen Kontrolle unterzogen. Es stellte sich die Frage, ob diese Gefäße lupenoptisch gefunden werden können, wie sie sich auf die Gesamtoberfläche der Plazenta verteilen und ob ohne weitere Hilfsmittel Kriterien für die Unterscheidung der Arterien von den Venen gefunden werden können.

Wir fanden sowohl Arterien wie Venen in unregelmäßiger Verteilung über die ganze Placentaroberfläche. Die Arterien bilden Gefäßknäuel oder korkzieherartige Windungen, ziehen spiralig durch die Decidua in die Tiefe und weisen engere Kaliber auf als die Venen. Versorgende Gefäße für die Decidua basalis gehen von den Spiralarterien aus, verzweigen sich immer dichoton und verlaufen parallel zur Oberfläche, ohne Verzweigungen in die Tiefe abzugeben. Die Venen zeigen einen kurzen oberflächlichen Verlauf und weisen schlitzförmige Abrißstellen auf; sie ziehen in kreisförmigen oder elliptischen Windungen in die Tiefe und haben größere Gefäßquerschnitte als die Arterien.

Summary

In 100 newly born human placentas the utero-placentar vessels were searched with the help of a colposcope, fotographed and then subjected to a histological control. The question was wether these vessels could be found with a magnifier, how they disperse on the surface of the placenta and wether it is possible to find further criterions for the distinctions of arteries and veins without other auxiliary appliances.

We find both arteries and veins in an irregular dispersion over the whole placenta. The arteries form clusters or windings similar to a cork-screw. Going into the depth they pass in spirals the decidua and show smaller calibres than the veins. Nutrifying vessels for the decidua basalis come out of the spiral arteries, ramify in a dichoton way and go, parallel to the surface and without branching into the depth. The veins show a short course on the surface of the placenta and the places where they were torn off is slit like. Going into the depth they pass the decidua in circular or elliptic windings and have larger diameters than the arteries.

Literatur

Antoine, T.: Über die Kotyledonen und Septen der Placenta. Z. Geburtsh. Gynäk. **92**, 110—116 (1928).

Boe, F.: Studies on the vascularisation of the human placenta. Acta obstet. gynec. scand. **32**, Suppl. 5, 1—92 (1953).

Borell, U., I. Fernstroem u. A. Westmann: Eine arteriographische Studie des Placentarkreislaufes. Geburtsh. u. Frauenheilk. **18**, 1—9 (1958).

Brettner, A.: Zum Verhalten der sekundären Wand der Uteroplacentargefäße bei der decidualen Reaktion. Acta anat. (Basel) **57**, 367—376 (1964).

Bumm, E.: Zur Kenntnis der Uteroplacentargefäße. Arch. Gynäk. **37**, 1—15 (1890)

— Über die Entwicklung des mütterlichen Blutkreislaufs in der menschlichen Placenta. Arch. Gynäk. **43**, 181—195 (1893).

Corner, G. W.: Exploring the placental maze. Amer. J. Obstet. Gynec. **86**, 408—418 (1963).

Earn, A. A., and D. Nicholson: The placental circulation, maternal and fetal. Amer. J. Obstet. Gynec. **63**, 1—5 (1952).

Eckardt, C. Th.: Beiträge zur Anatomie der menschlichen Placenta. Z. Geburtsh. Gynäk. **19**, 193—235 (1890).

Falkiner, N.: Circulation of maternal blood through the placenta. Irish J. med. Sci. 59—65 (1939).

Franken, H.: Beitrag zur Nachgeburtsperiode. Arch. Gynäk. **137**, 743—747 (1929).

— Beitrag zur Veranschaulichung von Struktur und Funktion der menschlichen Placenta. Zbl. Gynäk. **76**, 729—754 (1954).

Gottschalk, S.: Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der menschlichen Placenta. Arch. Gynäk. **37**, 251—278 (1890).

Grosser, O.: Über die Bedeutung des intervillösen Raumes. Arch. Gynäk. **137**, 681—689 (1929).

Hamilton, W. J., and J. D. Boyd: Observations on the human placenta. Proc. roy. Soc. Med. **44**, 489—496 (1951).

Heinz, R.: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der menschlichen Placenta. Arch. Gynäk. **33**, 413—442 (1888).

Hunter, J.: Observations on certain parts on the animal oeconomy. (London 1787). Zit. nach Seitz, L. u. A. I. Amreich, Biologie und Pathologie des Weibes, 2. Aufl., Bd. 7, p. 137. Wien: Urban & Schwarzenberg 1952.

Hunter, W.: Anatomy of the human gravid uterus (Birmingham 1777). Zit. nach L. Seitz u. A. I. Amreich, Biologie und Pathologie des Weibes, 2. Aufl., Bd. 7, p. 137. Wien: Urban & Schwarzenberg 1952.

Kayser, H. W.: Die Permeabilität der Placenta für P^{32}, zugleich ein Beitrag zur Blutdurchströmung des intervillösen Raumes. Arch. Gynäk. **184**, 385—414 (1954).

Kermauner, F.: Über Placentarkotyledonen und den Blutkreislauf im intervillösen Raum. Arch. Anat. Physiol. **1912**, 189—192.

Klein: In: Hofmeiers, Die menschliche Placenta, p. 71—87. Wiesbaden: J. F. Bergmann 1890. Zit. nach E. Bumm, Arch. Gynäk. **43**, 182 (1893).

Klinger, H. P., u. K. S. Ludwig: Sind die Septen und die großzelligen Inseln der Placenta aus mütterlichem oder kindlichem Gewebe aufgebaut? Z. Anat. Entwickl.-Gesch. **120**, 95—100 (1957a).

— A universal stain for the sex chromatin body. Stain Technol. **32**, 235—244 (1957b).

Koelliker, A.: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.

Langhans, Th.: Zur Kenntnis der menschlichen Placenta. Arch. Gynäk. **1**, 317—334 (1870).

Lauterborn, G.: Ein Beitrag zur Blutversorgung der menschlichen Placenta. med. Diss. Frankfurt/M. 1950.

Marais, W. D.: Human decidual spiral arterial studies: Part I: anatomy, circulation and pathology of the placenta. Observations with a colposcop, p. 1—12. Part II: a universal thesis on the pathogenesis of intraplacental fibrin deposits, layered thrombosis, red and white infarcts and non-toxic abruptio placentae. A microscopic study, p. 213—224.
Part III: histological patterns and some clinical implications of decidual spiral arteriosclerosis, p. 225—233.
Part IV: human atherosis of a few weeks duration. Histopathogenesis. J. Obstet. Gynaec. Brit. Emp. **69**, 234—238 (1962).

Nitabuch, R.: Beiträge zur Kenntnis der menschlichen Placenta. Med. Diss. Bern 1887.

Nold, B.: Ein neues Schema des Placentarkreislaufes. Gynaecologia (Basel) **149**, 265—268 (1960).

Noortwyk, W.: Uteri humani gravidi anatome ed historia (Lugd. Bataviae 1743). Zit. nach L. Seitz u. A. I. Amreich, Biologie und Pathologie des Weibes, 2. Aufl., Bd. 7, p. 137 Wien: Urban & Schwarzenberg 1952.

Ortmann, R.: Morphologie der menschlichen Placenta. Verh. der Anat. Gesellschaft auf der 56. Vers. in Zürich vom 8.—12. April 1959, p. 27—56. Jena: Gustav Fischer 1960.

Ramsay, E.: The vascular pattern of the endometrium of the pregnant rhesus monkey. Contr. Embryol. Carneg. Insta. **219**, 113—147 (1949).

— Circulation in the maternal placenta. Anat. Rec. **118**, 434 (1954).

— Vascular pattern in the endometrium and the placenta. Angiology **6**, 321—339 (1955).

— Circulation in the maternal placenta of the rhesus monkey and man, with observations on the marginal lakes. Amer. J. Anat. **98**, 159—189 (1956).

— Flow of maternal blood through the primate placenta. Anat. Rec. **127**, 478 (1957).

— Circulation in the intervillous of the primate placenta. Amer. J. Obstet. Gynec. **84**, 1649—1663 (1962.)

Romeis, B.: Mikroskopische Technik, 15. Aufl. München: Leibnitz Verlag 1948.

Ruge, C.: Über placenta reflexa (Placenta praevia). Das Wachstum der Placenta (Placenta praevia basalis). Demonstrationsvorträge des Herrn Carl Ruge I vom 15. März 1918 und 28. Juni 1918. Z. Geburtsh. Gynäk. **82**, 702—729 (1920).

Spanner, R.: Randsinus und Randzone der Placenta. Zbl. Gynäk. **59**, 1442—1443 (1935).

— Mütterlicher und kindlicher Kreislauf der menschlichen Placenta und seine Strombahnen. Z. Anat. Entwickl.-Gesch. **105**, 163—242 (1936).

— Betrachtungen zum Placentarkreislauf des Menschen. Zbl. Gynäk. **64**, 2002—2011 (1940).

Stieve, H.: Neue Beobachtungen über den Bau der menschlichen Placenta. Zbl. Gynäk. **59**, 434—445 (1935).

— Neue Untersuchungen über die Placenta, besonders über die Entstehung der Placentarsepten. Arch. Gynäk. **161**, 160—166 (1936).

— Über den Abfluß des Blutes aus dem intervillösen Raum der menschlichen Placenta. Zbl. Gynäk. **64**, 1570—1582 (1940).

— Bemerkungen über den Blutkreislauf in der Placenta des Menschen. Zbl. Gynäk. **65**, 370—378 (1941).

— Gibt es Chorio-deciduale Gefäße? Zbl. Gynäk. **65**, 1068—1072 (1941b).

Stieve, H.: Die utero-placentaren Gefäße. In: Seitz-Amreichs Biologie und Pathologie des Weibes, 2. Aufl., Bd. 7, p. 137—144. Wien: Urban & Schwarzenberg 1952.

Stoedkel, W.: Zwei Fragen über den intervillösen Raum. Zbl. Gynäk. **52**, 2578—2584 (1928).

Strauss, F.: Bau und Funktion der menschlichen Placenta. Fortschr. Geburtsh. Gynäk. **17**, 3—29 (1964).

Vater, A.: In: B. Müller, Dissertatio qua uterus gravidus physiologiae et pathologiae consideratur, exposita simul ejusdem structura sinuosa ac orificiorum menses et lochia fundentium fabrica. Presente a Vatero 1725. Zit. nach L. Seitz u. A. I. Amreich, Biologie und Pathologie des Weibes, 2. Aufl., Bd. 7, p. 137. Wien: Urban & Schwarzenberg 1952.

Virchow, R.: Über die Erweiterung kleinerer Gefäße. Arch. Path. Anat. **3**, 427—462 (1851). Zit. nach E. Bumm: Arch. Gynäk. **37**, 6 (1890).

Waldeyer, W.: Bemerkungen über den Placentarkreislauf des Menschen. S.-B. Akad. Wiss. p. 83—93. Berlin 1887.

— Bemerkungen über den Bau der Menschen- und Affenplacenta. Arch. mikr. Anat. **35**, 1—51 (1890).

Wespi, H. J.: Kolpophotographie. In: Mestwerdt u. Wespis Atlas der Koloskopie, 3. Aufl. Stuttgart: G. Fischer 1961.

—, u. W. Lotmar: Fortschritte der Kolpophotographie und ihre Bedeutung. Gynäkologia **137**, 281—306 (1954).

Wieloch, J.: Beitrag zur Kenntnis der menschlichen Placenta. Arch. Gynäk. **4**, 238—265 (1872).

Wilkin, P.: La circulation placentaire maternelle. Le placenta humain; aspects morphologiques et fonctionels, p. 54—60. Paris: Masson & Cie 1958.

Dr. med. U. Haller
Frauenklinik, Kantonsspital
CH 5001 Aarau (Schweiz)